

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/KR05/000387

International filing date: 11 February 2005 (11.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: KR
Number: 10-2004-0009441
Filing date: 13 February 2004 (13.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 17 May 2005 (17.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office

출 원 번 호 : 특허출원 2004년 제 0009441 호
Application Number 10-2004-0009441

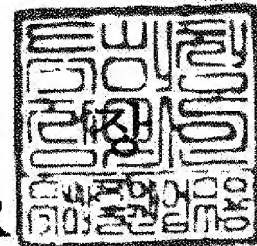
출 원 일 자 : 2004년 02월 13일
Date of Application FEB 13, 2004

출 원 인 : 고경현 외 1 명
Applicant(s) Ko Kyunghyuan, et al

2005 년 04 월 07 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2004.02.13
【국제특허분류】	C23C
【발명의 국문명칭】	다공성 금속 코팅 부재 및 저온 분사법을 이용한 그의 제조 방법
【발명의 영문명칭】	POROUS METAL COATED MEMBER AND MANUFACTURING METHOD THEREOF USING COLD SPRAY
【출원인】	
【성명】	고경현
【출원인코드】	4-2004-004535-8
【출원인】	
【성명】	이하용
【출원인코드】	4-2004-004539-3
【대리인】	
【성명】	김환석
【대리인코드】	9-2001-000061-3
【포괄위임등록번호】	2004-009112-8
【포괄위임등록번호】	2004-009118-1
【대리인】	
【성명】	박현철
【대리인코드】	9-2001-000050-0
【포괄위임등록번호】	2004-009113-5
【포괄위임등록번호】	2004-009119-9
【발명자】	
【성명】	고경현

【출원인코드】	4-2004-004535-8
【발명자】	
【성명】	이하용
【출원인코드】	4-2004-004539-3
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인 김환석 (인) 대리인 박현철 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	29 면 38,000 원
【가산출원료】	0 면 0 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	14 항 557,000 원
【합계】	595,000 원
【감면사유】	개인(70%감면)
【감면후 수수료】	178,500 원

【요약서】

【요약】

본 발명은 다공성 금속 코팅층이 형성된 코팅 부재 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명은 다공성 코팅층을 모재에 형성하는 방법에 있어서, 모재를 제공하는 단계, 상기 모재 상에 Al, Mg, Zn 및 Sn으로 이루어진 그룹 중에서 각각 선택되며, $x\text{A}-(1-x)\text{B}$ ($0 < x < 1$, x 는 A와 B의 중량비)로 표현되는 서로 상이한 2종 이상의 금속을 최소한 포함하는 금속 조성의 분말을 공급하는 단계, 상기 분말에 고압 가스를 제공하는 단계, 상기 고압 가스에 의해 상기 금속 분말을 초음속 노즐로 분사하여 상기 모재에 코팅하는 단계 및 상기 코팅된 모재를 열처리하여 다공성 코팅층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 코팅층 형성 방법을 제공한다. 본 발명에 따르면, 코팅 부재의 내부에 기공 크기 및 기공율을 자유로이 조절할 수 있다. 따라서, 다양한 열적 기계적 부재에 적용될 수 있다.

【대표도】

도 2a

【색인어】

저온 분사, 금속 분말, 초음속 노즐, 다공성 코팅, 개기공

【명세서】

【발명의 명칭】

다공성 금속 코팅 부재 및 저온 분사법을 이용한 그의 제조 방법{POROUS METAL COATED MEMBER AND MANUFACTURING METHOD THEREOF USING COLD SPRAY}

【도면의 간단한 설명】

- <1> 도 1은 본 발명에서 코팅층을 형성하기 위해 사용되는 저온 분사 장치(100)를 개략적으로 도시한 도면이다.
- <2> 도 2a 및 도 2b는 각각 본 발명의 실시예에 따라 다공성 코팅층 형성 방법의 각 단계를 도시한 절차도이다.
- <3> 도 3은 본 발명의 실시예에 따라 내부 조성이 변화하는 코팅층을 갖는 코팅 부재(200)의 일례를 도시한 단면도이다.
- <4> 도 4는 본 발명의 실시예에 따라 0.5Al-0.5AlMg 조성의 코팅층을 열처리한 후 그 단면을 촬영한 광학 현미경 사진이다.
- <5> 도 5는 본 발명의 실시예에 따라 0.3Al-0.7AlMg 조성의 코팅층을 열처리한 후 그 단면을 촬영한 광학 현미경 사진이다.
- <6> 도 6은 본 발명의 실시예에 따라 Al/AlMg/Al/AlMg/Al 조성이 순차 적층된 코팅층을 열처리한 후 그 단면을 촬영한 광학 현미경 사진이다.
- <7> 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 0.667Al-0.333Mg/0.5Al-0.5Mg 조성이 순차 적층된 코팅층을 열처리한 후 그 단면을 촬영한 광학 현미경 사진이다.

<8> 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 0.5Al-0.5Sn 조성의 코팅층을 열처리한 후 그 단면을 촬영한 광학 현미경 사진이다.

<9> 도 9는 본 발명의 실시예에 따라 0.667Al-0.333Sn/0.5Al-0.5Sn 조성이 순차 적층된 코팅층을 열처리한 후 그 단면을 촬영한 광학 현미경 사진이다.

<10> 도 10은 본 발명의 실시예에 따라 0.667Al-0.333Zn/0.5Al-0.5Zn 조성이 순차 적층된 코팅층을 열처리한 후 그 단면을 촬영한 광학 현미경 사진이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<11> 본 발명은 다공성 금속 코팅층이 형성된 코팅 부재 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 모재 표면의 코팅층의 기공 분포 및 크기가 제어되는 금속 코팅 부재 및 저온 분사법을 응용하여 이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

<12> 부재의 표면에 형성된 다공성 코팅층은 부재의 열적 기계적 특성의 향상을 가져올 수 있다.

<13> 예컨대, 열교환기의 표면에 상호 연결된 개기공(open pore)들로 구성된 다공성 코팅층이 형성되어 있는 경우, 열교환기는 주변 공기와 보다 넓은 접촉 면적을 가지게 되어 보다 효율적인 열교환 성능을 달성할 수 있다. 한편, 마찰 부재의 경우, 주변 컴포넌트와의 관계에 따라 부재가 낮은 강도 및 경도를 가질 것이 요구되기도 하는 데, 다공성 코팅층은 이러한 요구를 만족시킬 수 있다. 또한, 모재와 이

종 물질을 접합함에 있어서는 접합 계면에 격자 부정합에 의한 응력이 발생할 수 있으며, 다공성 코팅층은 이러한 접합 응력을 해소하는 완충층으로서도 작용할 수 있다.

<14> 종래에 열적 기계적 부재 표면에 금속 코팅층을 형성하는 방법으로는 다양한 코팅 방법이 사용되어 왔다. 예컨대, 전기 도금, 용융 도금 또는 용사법 등이 그 예이다. 그러나, 이러한 방법들은 용융 분야의 제약이 따르거나, 모재에 열충격 또는 열변형 등을 유발할 염려가 있다. 또한, 이들 방법으로 코팅층 내부에 인위적으로 기공율을 조절하거나 기공 분포를 제어하는 것은 현실적으로 곤란하다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<15> 본 발명은 모재에 열적 변형 또는 열충격에 의한 손상을 유발할 염려가 없으며, 광범위한 분야에 사용될 수 있는 열적 기계적 응용 부재 및 이에 사용되는 다공성 코팅층 형성 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

<16> 또한, 본 발명은 표면 코팅층 내부의 기공율 및 기공 크기를 비롯한 기공 분포가 제어 가능한 열적 기계적 부재 및 이에 사용되는 다공성 코팅층 형성 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

【발명의 구성】

<17> 상기 기술적 과제를 달성하기 위해 본 발명은 다공성 코팅층을 모재에 형성하는 방법에 있어서, 모재를 제공하는 단계, 상기 모재 상에 Al, Mg, Zn 및 Sn으로 이루어진 그룹 중에서 각각 선택되며, $xA-(1-x)B$ ($0 < x < 1$, x 는 A와 B의 중량비)

로 표현되는 서로 상이한 2종 이상의 금속을 최소한 포함하는 금속 조성의 분말을 공급하는 단계, 상기 분말에 고압 가스를 제공하는 단계, 상기 고압 가스에 의해 상기 금속 분말을 초음속 노즐로 분사하여 상기 모재에 코팅하는 단계 및 상기 코팅된 모재를 열처리하여 다공성 코팅층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 코팅층 형성 방법을 제공한다.

<18> 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 방법에서 상기 A는 Al이고, 상기 B는 Mg, Zn 및 Sn으로 이루어진 그룹 중에서 선택된 1종의 금속 원소일 수 있다. 또한, 상기 열처리 단계는 상기 A와 B의 공융 온도 이상 및 상기 A와 B중 높은 융점을 갖는 금속의 융점이하에서 수행되는 것이 바람직하며, 구체적으로 약 200 ~ 650 °C의 온도 범위에서 수행되는 것이 좋다.

<19> 또한 상기 방법에서 상기 분말 제공 단계는 상기 x를 변화시킴으로써 분말 조성을 변화시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

<20> 또한 상기 기술적 과제를 달성하기 위해 본 발명은 금속 모재 및 상기 금속 모재 상에 $x\text{A}-(1-x)\text{B}$ (여기서 x는 A와 B의 중량비)로 표현되는 최소한 2종의 금속 원소를 포함하는 코팅층을 구비하고, 상기 A와 B는 각각 Al, Mg, Zn 및 Sn으로 이루어진 그룹 중에서 선택된 서로 다른 1종의 금속이며, 상기 x는 $0 < x < 1$ 의 범위 내에서 상기 코팅층의 두께 방향으로 변화하며, 상기 x의 변화에 따라 상기 코팅층 내의 기공율이 변화하는 것을 특징으로 하는 금속 코팅 부재를 제공한다.

<21> 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 부재에서 상기 x는 상기 코팅층의 두께 방향으로 증가 또는 감소하며, 상기 x의 증가 또는 감소에 따라 상기 코팅층내의 기

공율이 증감할 수 있다. 또한, 상기 A는 Al이며, 상기 B는 Mg, Zn 및 Sn으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종의 금속일 경우, 상기 금속 모재와 상기 코팅층의 계면으로부터 상기 코팅층의 표면을 향해 나아감에 따라 상기 x는 감소하며 상기 코팅층의 기공율이 증가한다.

<22> 또한, 본 발명은 금속 모재 및 상기 금속 모재 상에 A-B로 표현되는 최소한 2종 이상의 금속 원소를 포함하는 코팅층을 구비하고, 상기 A와 B는 각각 Al, Mg, Zn 및 Sn으로 이루어진 그룹 중에서 선택된 서로 다른 1종의 금속이며, 상기 그룹 내에서 선택되는 A 또는 B는 상기 코팅층의 두께 방향에 따라 변화하며, 상기 A 또는 B의 변화에 따라 상기 코팅층내의 기공율이 변화하는 것을 특징으로 하는 금속 코팅 부재를 제공한다.

<23> 본 발명에서 상기 코팅층은 상기 코팅층 내부의 최소한 일부분에 상호 연결된 개기공을 포함할 수 있으며, 특정 응용 분야에서는 상기 개기공이 상기 코팅층의 상부에 존재하는 것이 바람직하다.

<24> 이하 도면을 참조하여 본 발명을 상술한다.

<25> 도 1은 본 발명에서 분말을 가속하여 기판(S)에 코팅층을 형성하기 위한 저온 분사 장치(100)의 개략도를 도시한 도면이다.

<26> 상기 분사 장치(100)는 코팅층을 형성할 분말을 아음속 또는 초음속으로 가속하여 기판(S)에 제공한다. 이를 위해 상기 분사 장치(100)는 가스 압축기(compressor, 110), 가스 히터(120), 분말 공급기(powder feeder, 130) 및 분사 노즐(140)로 구성된다.

<27> 가스 압축기(100)로부터 제공된 약 5 기압 내지 20 기압의 압축 가스는 분말 공급기(130)으로부터 제공되는 약 1 ~ 50 μm 의 분말을 분사 노즐(140)을 통해 약 300 ~ 1200 mm/s의 속도로 분출한다. 가스와 함께 분출된 분말은 기관(S)에 충돌하는 데, 이 때 분말이 가진 운동 에너지는 기관(S)에 충돌시 분말을 소성 변형시키고, 기관에 대한 결합력을 제공하며, 결과적으로 매우 높은 밀도의 코팅층을 형성하게 한다.

<28> 상기 장치(100)에서 압축 가스 공급 경로상의 가스 히터(120)는 압축 가스의 운동 에너지를 증가시켜 분사 노즐의 분사 속도를 높이기 위해 압축 가스를 가열하기 위한 부가적인 장치이다. 또한, 도시된 바와 같이, 분사 노즐(140)로의 분말 공급을 보다 원활히 하기 위해 상기 가스 압축기(110)의 압축 가스 일부는 상기 분말 공급기(130)로 공급될 수 있다.

<29> 상기 장치(100)에서 압축 가스로는 상용의 가스, 예컨대 헬륨, 질소, 아르곤 및 공기 등이 사용될 수 있으며, 사용 가스의 종류는 분사 노즐(140)에서의 분사 속도 및 경제성 등을 고려하여 적절히 선택될 수 있다.

<30> 도시된 장치의 동작 및 구조에 대한 보다 구체적인 설명은 알키모프(Anatoly P. Alkimov) 등에 의한 미국특허 제5,305,414호에 상세히 기술되어 있으며, 여기서는 설명을 생략한다.

<31> 도 2a는 도 1과 관련하여 설명한 분사 장치를 사용하여 모재 또는 기관에 코팅층을 형성하는 각 단계를 도시한 절차도이다.

<32> 도 2a를 참조하면, 본 발명의 방법은 먼저 상기 분사 장치(100)의 분말 공급

기(130)에서 2종 이상의 금속을 조성으로 하는 금속 분말을 공급하는 단계(S210)와 가스 압축기(110)에서 고압의 압축 가스를 제공하는 단계(S220)로 시작된다.

<33> 상기 분말 공급 단계(S210)에서 2종 이상의 금속을 조성으로 하는 분말은 Al, Mg, Zn 및 Sn으로 이루어진 그룹에서 선택된 최소한 둘 이상 금속의 혼합물 또는 고용물이거나 이들 양자의 혼합물을 포함한다. 또한, 본 발명에서 선택된 각 금속은 서로 상이한 종이다. 예컨대, 상기 그룹에서 선택된 1종의 금속이 Al을 포함하는 경우, 상기 금속 분말의 조성은 Al-Mg, Al-Zn, Al-Sn과 같은 2원계 또는 Al-Mg-Zn와 같은 3원계이거나 그 이상일 수 있다. 또한, 나열된 금속 그룹 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 반하지 않는 한, Ti, Si, Mn, Cr, Fe, Co, Ni, Cu 등이 추가로 사용될 수 있다.

<34> 본 발명에서 상기 금속 조성의 분말은 고용체의 형태로 제공될 수 있다. 예를 들어, Al-Mg 조성의 금속 분말은 소위 마갈이라 불리우는 AlMg 고용체 형태로 제공될 수 있다. 또한, 상기 금속 조성의 분말은 상기 고용형 분말과 모놀리식 분말의 혼합체로도 제공될 수 있는데, 예컨대, 상기 금속 분말은 Al 분말과 AlMg 분말의 혼합물일 수도 있다. Mg과 같은 금속 분말은 폭발 등의 취급 위험성이 있기 때문에 이와 같은 고용체의 형태로 제공함으로써, 취급이 용이하다는 장점을 가진다.

<35> 본 발명의 코팅층이 열적 기계적 부재에 사용될 경우, 상기 금속 분말은 비중에 대해 열전도도, 강도 등 열적 기계적 특성이 상대적으로 우수하여 기계 부재로 널리 사용되는 Al 또는 Al 합금을 포함하는 것이 바람직하다.

<36> 본 발명의 압축 가스 제공 단계(S220)에서 제공되는 가스는 전술한 바와 같은 헬륨, 질소, 아르곤 및 공기 등이 사용될 수 있다. 상기 가스는 콤프레셔와 같은 가스 압축기로 약 5 ~ 20 기압으로 압축되어 제공된다. 필요에 따라, 상기 압축 가스는 도 1의 가스 히터(120)와 같은 가열 수단에 의해 약 200 ~ 500 °C의 온도로 가열된 상태로 제공될 수 있다. 그러나, 이와 같은 실시예에 따라 압축 가스를 가열 상태로 제공하더라도 가스의 비열이 매우 작은 점을 고려하면 금속 분말의 온도 변화는 그다지 크지 않다. 따라서, 본 발명의 분사 단계는 저온 분사라는 점에서 거의 용점 부근 또는 용점 이상으로 분말을 가열하여 코팅하는 용사법과는 다르다.

<37> 한편, 상기 압축 가스 제공 단계(S220)에서 공급되는 압축 가스의 일부를 상기 금속 분말의 지속적이고 안정적인 공급을 위한 캐리어 가스로 사용할 수 있음은 전술한 바와 같다.

<38> 이어서, 초음속 분사 노즐로 상기 압축 가스와 상기 금속 분말의 혼합물을 분사한다(S230). 상기 노즐을 통해 분사되는 가스-분말 혼합물의 속도는 유입되는 가스의 온도, 압력 및 분말의 입자 크기 및 비중에 따라 결정된다. 전술한 유입 가스의 압력, 온도 조건 및 약 1 ~ 50 μm 입자 크기에서 상기 가스-분말 혼합체는 약 300 ~ 1200 m/s의 분사 속도를 나타낸다.

<39> 고속으로 분사된 금속 분말은 모재에 충돌하여 고밀도의 코팅층을 형성한다. 원하는 두께의 코팅층을 얻을 때까지 상기 분사 단계(S230)를 수행한 후, 형성된 코팅층을 열처리한다(S240). 본 발명에서 상기 열처리 온도는 약 200 ~ 650 °C인 것이 바람직하다. 650 °C이상의 열처리 온도는 코팅된 금속의 완전 용융을 초래하

며, 200 °C 이하의 온도는 코팅된 조성의 용융이 거의 발생하지 않으므로 열처리 효과가 거의 발생하지 않는다.

<40> 모재상에 형성된 고밀도의 코팅층은 상기 열처리 단계(S240)를 거침으로써 다공성을 갖는다. 또한, 후술하는 본 발명의 실시예에서 알 수 있는 바와 같이, 형성된 다공성 코팅층의 기공율 및 기공 크기는 코팅된 금속 분말의 조성의 변화에 따라 변화한다. 여기서 조성의 변화란 사용된 금속 성분의 변화 뿐만 아니라 함량의 변화를 포함하는 의미로 사용된다.

<41> 도 2b는 도 2a와 관련하여 설명한 본 발명의 코팅 방법에서 코팅층 내에 기공 분포를 제어하기 위해 공급되는 금속 분말의 조성을 변화시키는 단계(S250)를 포함하는 다공성 코팅층 형성 방법의 각 단계를 도시하고 있다.

<42> 이 방법에 따르면, 노즐 분사 단계(S240)에 의해 코팅층을 형성하는 도중 공급되는 분말의 조성을 변화시킨다. 예컨대, Al:Mg의 중량비가 1:1인 0.5Al-0.5Mg 조성 분말을 공급하다가 이를 1:2의 비율로 조절하거나 Al-Mg 대신에 Al:Zn가 1:1인 Al-Zn 조성 분말을 공급하는 등에 의해 형성되는 코팅층 두께 방향으로 조성 경사를 갖거나, 코팅층 내에 상이한 성분이 함유된 코팅층을 형성할 수 있다.

<43> 상기 분말의 조성을 변화시키는 구체적인 방법은 당업자가 설계할 수 있는 통상의 방법이 사용될 수 있다. 예컨대, 하나의 분말 공급기에 순차적으로 여러 조성의 분말을 투입하는 방식으로 또는 상이한 조성 분말을 저장하는 복수의 분말 공급기를 배열하고, 밸브에 의해 공급될 조성의 분말 공급기를 선택하는 방식이 사용될 수 있을 것이다.

<44> 도 3은 이러한 방식에 의해 형성된 코팅층을 포함하는 코팅 부재(200)의 일례를 개념적으로 도시한 단면도이다.

<45> 도 3을 참조하면, Al과 같은 모재(S)상에 중량비가 2:1인 Al-Zn층(210), 중량비가 1:1인 Al-Zn층(220) 및 중량비가 1:2인 Al-Zn층(230)이 형성된 모습을 보여주고 있다. 후술하는 본 발명의 실시예에 따르면, 이와 같이 적층된 코팅층을 열처리하면, Zn 함량이 증가함에 따라 내부의 기공 크기 및 기공율이 증가한다. 따라서 도 3과 같은 조성으로 코팅된 부재를 열처리하면, 모재로부터 멀어질수록 기공율 및/또는 기공 함량이 증가하는 코팅 부재를 얻을 수 있다. 이와 같은 기공 분포는 모재와의 계면에서 안정된 코팅 접착성을 보장한다는 측면에서 바람직하다. 또한, 이와 같은 구조에서 기공율 및 기공 함량이 증가함에 따라 코팅층의 표면 부근에 형성된 기공들은 상호 연결된 개기공일 수 있다. 이러한 개기공들은 특히 모재의 열교환 특성을 향상시키는 데 중요한 역할을 한다.

<46> 도 3을 참조하여 설명한 코팅층 내의 기공 분포의 변화는 각 성분의 함량을 변화시키는 방법 외에도 성분 자체를 변화시킴으로써 얻을 수 있음은 앞서 설명한 바와 같다. 즉, 모재상에 Al-Mg층/Al-Zn층/Al-Sn층을 순차 적층함으로써 계면으로부터 기공율 및/또는 기공 크기가 증가하는 코팅 부재를 얻을 수 있다.

<47> 이하에서는 바람직한 실시예를 통해 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

<48> 아래의 각 실시예에서 사용된 금속의 일반적인 물성은 표 1과 같다.

<49>

금속	융점(℃)	밀도(g/cm ²)
Al	660.2	2.699
Mg	650	1.74
Zn	419.46	7.133
Sn	231.9	7.298

<50> 아래의 각 실시예의 분사 조건은 다음과 같다.

<51> - 노즐 : 표준 라발형(standard laval type)

<52> 애퍼처 : 4×6 mm

<53> 쓰로트 갭(throat gap) : 1 mm

<54> - 압축 가스 : 종류 : 공기

<55> 압력 : 7기압

<56> 온도 : 330 °C

<57> - 공급 분말 사이즈 : < 44 μm (325 메쉬)

<58> 실시예 1

<59> 중량비 50:50인 Al 분말과 AlMg(공용 온도 약 400 °C) 분말의 혼합 분말(즉 0.5Al-0.5AlMg)과 7 기압의 공기를 분사 노즐에 공급하여 알루미늄 기관상에 코팅 하였다.

<60> 형성된 코팅을 약 620 °C에서 1시간 열처리하였다. 열처리하는 금속의 산화를 방지하기 위해 튜브형 관로에서 질소 가스를 흘려주면서 수행하였다. 열처리된 기관을 절단 및 연마한 뒤, 그 절단면을 광학 현미경으로 관찰하였다. 도 4는 이와 같이 제조된 기관의 절단면 사진을 도시하고 있다.

<61> 도 4에서 코팅층이 Al 기관에 잘 부착되어 있음을 알 수 있으며, Al 기관과

코팅층의 계면은 코팅층 내부에 트랩된 기공(검은 부분)에 의해 확연히 구분되고 있다. 이 기공들은 코팅 상태에서는 관찰되지 않았던 것으로 열처리 후 생성된 것이다.

<62> 실시에 2

<63> 혼합 분말에 AlMg의 중량을 증가시켜 0.3Al-0.7AlMg의 조성을 금속 분말의 조성으로 한 것을 제외하고는 실시에 1과 동일한 조건으로 코팅층을 제조하였다. 실시에 1과 동일하게 제조된 코팅층을 열처리하고, 그 단면을 광학 현미경으로 관찰하였고, 이를 도 5에 도시하였다.

<64> 도 4와 비교할 때, 도 5에서는 기공의 크기가 증가한 것을 알 수 있으며 육안으로도 기공율이 증가하였음을 알 수 있다.

<65> 실시에 3

<66> Al분말/AlMg분말/Al분말/AlMg분말/Al분말의 순으로 분말 조성을 변화시키면서 코팅층을 형성하였다. 나머지 코팅 조건은 실시에 1과 동일하였다. 이어서, 형성된 코팅층을 620 ℃, 1 시간 열처리하였다.

<67> 도 6은 열처리된 기판의 단면을 보여주는 광학 현미경 사진이다. 도시된 바와 같이, 순수한 Al층에서는 기공이 잘 관찰되지 않았으며, AlMg층에서는 기공이 관찰됨을 알 수 있다.

<68> 실시예 4

<69> Al 기판상에 조성이 0.667Al-0.333Mg인 혼합 분말로 코팅한 뒤, 이어서 조성이 0.5Al-0.5Mg인 혼합 분말로 코팅하였다. 나머지 코팅 조건은 실시예 1과 동일하였다. 이어서, 형성된 코팅층을 약 620℃의 온도에서 1 시간 동안 열처리하여, 그 단면을 광학 현미경으로 관찰하였다.

<70> 도 7은 단면을 관찰한 광학 현미경 사진이다. 도 7에서 알 수 있는 바와 같이, 조성이 0.5Al-0.5Mg인 코팅 영역(표면 부근)의 기공율이 조성 0.667Al-0.333Mg인 코팅 영역(계면 부근)에 비해 증가하는 것을 알 수 있다. 따라서, Mg 함량의 증가가 코팅층내에 기공율의 증가를 초래함을 알 수 있다. 또한, 기공 형상과 기공율로 미루어 볼 때, 표면 부근의 기공들은 상호 연결된 개기공임을 짐작할 수 있다. 이와 같이, 코팅층의 표면으로부터 내부로까지 상호 연결되어 있는 기공은 주변 공기와의 많은 접촉 면적을 제공하므로, 특히 열교환 또는 열방사 특성이 우수할 것이 요구되는 응용 분야에 적합할 것이다.

<71> 실시예 5

<72> Al 기판상에 조성이 0.5Al-0.5Sn인 Al과 Sn의 혼합 분말을 코팅하였다. 나머지 코팅 조건은 실시예 1과 동일하였다.

<73> 형성된 코팅층을 약 650 ℃의 온도에서 1 시간 동안 열처리한 뒤, 그 단면을

연마한 뒤 광학 현미경으로 관찰하였다. 도 8은 그 단면 광학 현미경 사진이다. 도 7로부터 알 수 있는 바와 같이, 코팅층 내부에서 무수히 많은 기공을 확인할 수 있으며, 이 기공들은 형상 및 기공율로 보아 상호 연결되어 있는 것으로 파악된다.

<74> 실시예 6

<75> 조성이 0.667Al-0.333Sn인 혼합 분말로 실시예 1과 동일한 방법으로 코팅한 뒤, 이어서 조성이 0.5Al-0.5Sn인 혼합 분말로 추가 코팅하였다. 형성된 코팅층을 620℃에서 1 시간 동안 열처리한 뒤, 연마된 단면을 광학 현미경으로 관찰하였다.

<76> 도 9는 그 단면 사진으로서, 0.667Al-0.333Sn이 코팅된 계면 부근과 0.5Al-0.5Sn이 코팅된 표면 부근을 비교하면, 표면 부근에서 기공들의 크기가 대폭 증가하고 기공율 또한 증가하였음을 알 수 있다. 따라서, Sn의 함량 증가가 기공 생성을 촉진함을 알 수 있다.

<77> 실시예 7

<78> Al 기판에 조성이 0.667Al-0.333Zn인 혼합 분말로 코팅한 뒤, 이어서 조성이 0.5Al-0.5Zn인 혼합 분말로 코팅하였다. 코팅 조건은 실시예 1과 동일하였다. 이어서, 형성된 코팅층을 약 620℃의 온도에서 1 시간 동안 열처리하였고, 그 단면을 광학 현미경으로 촬영하여 도 10에 나타내었다.

<79> 도 10으로부터 Zn의 첨가에 의해 코팅층 내부에 많은 기공이 형성됨을 알 수

있다. 또한 Zn 함량이 높은 표면 부근에서 Zn 함량이 상대적으로 낮은 계면 부근에 비해 매우 큰 기공이 존재하며 기공율도 증가하는 것을 확인할 수 있다. 따라서, Zn 함량의 증가가 기공의 크기 및 기공율의 증가를 가져옴을 알 수 있다.

<80> 이상 설명한 실시예 1 내지 실시예 7로부터 코팅층에 Al과 함께 첨가되는 Mg, Zn, Sn이 열처리 후 코팅층내에 기공의 형성에 관여함을 알 수 있었다. 또한, 첨가량이 증가할수록 생성되는 기공의 크기 및 기공율 또한 증가함을 알 수 있었다. 생성된 기공들은 Mg, Zn, Sn의 함량이 증가함에 따라 상호 연결되어 개기 공화되었다.

<81> 이와 같은 현상의 원인에 대하여 본 발명자들은 다음과 같이 추측한다. 그러나, 이하의 설명은 본 발명의 이해를 위한 참조적인 것이며, 본 발명의 기술적 범위의 해석 근거로 제시되는 것은 아니다.

<82> Al과 함께 첨가된 Mg, Zn, Sn은 열처리 온도에서 Al과 공융 액상을 형성하며, Al은 부분적으로 용융될 것이다. 이와 같이 액상이 존재할 때 기공의 합체가 상대적으로 용이하게 되며, 결국 육안으로 관찰되는 기공의 증가를 가져올 수 있다.

<83> 한편, 용융 Al과 공기중의 수분이 반응함에 따라 생성된 수소 등의 부산물 가스를 기공 생성의 원인으로 들 수도 있을 것이다. Al 뿐만 아니라 Al 보다 용점이 낮은 Mg, Sn, Zn 등도 열처리 온도에서 이와 같은 반응을 일으킬 것으로 짐작된다.

<84> 또 다른 이유로는 부분적인 용융에 의해 각 금속 분말이 합금화될 때의 밀도 변화에 의해서 기공이 생성되었을 것으로 짐작할 수 있다.

<85> 이와 같은 추측은 전술한 실시예들과 같이 Mg의 첨가에 비해 Zn나 Sn이 첨가될 때 상대적으로 많은 기공이 형성되는 것에도 잘 부합한다. 왜냐하면, Zn의 용융 온도(419.46 °C)나 Sn의 용융 온도(231.9 °C)는 Mg의 용융 온도(650 °C)에 비해 낮기 때문이다.

<86> 이상의 점을 고려할 때, 본 발명에서 열처리 온도는 혼합되는 최소한 두 금속의 공융 온도(eutectic temperature) 이상이어야 할 것이다. 여기서 공융 온도는 포정 온도(peritectic temperature)를 포함하는 의미로 사용된다. 다만, 각 금속 분말이 미량의 불순물을 함유하고 있을 수 있으므로 공융 온도 이하에서도 부분적인 용융 현상이 발생할 수도 있다. 또한, 본 발명에서 열처리 온도는 융점이 가장 높은 순수 Al의 융점 이상을 넘어서는 안된다. 이 경우, 코팅 자체가 구조적 안정성을 가질 수 없기 때문이다.

【발명의 효과】

<87> 본 발명의 방법은 저온 분사법이 갖는 다수의 장점을 그대로 보유하고 있다. 즉, 고온 처리를 행하지 않기 때문에 모재 또는 코팅층의 산화를 최대한 억제하고 모재에 열충격에 의한 손상을 가할 염려가 없다. 또한, 매우 높은 코팅 증착 속도를 달성할 수 있고, 증착층의 두께 조절이 매우 용이하다.

<88> 특히, 본 발명의 코팅 방법에서 Al과 함께 사용되는 Mg, Sn, Zn 등은 Al에 비해 낮은 융점을 가진다. 따라서, Al의 융점 이하에서 열처리함으로써 모재로 Al

또는 Al 합금을 사용하는 대부분의 열적 기계적 부재에 모재 손상없이 적용 가능하다.

<89> 또한, 본 발명의 코팅 방법은 코팅 조성을 변화시킴으로써 코팅층에 형성되는 기공율을 변화시킨다. 이러한 방법은 각 산업 분야에서 요구되는 다공성 코팅층을 매우 손쉬운 방법으로 제공할 수 있게 한다.

<90> 또한 본 발명의 방법에 의해 제조된 코팅 부재는 내부에 기공 크기 및 기공율을 자유로이 조절할 수 있다. 따라서, 다양한 열적 기계적 부재로 사용될 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

다공성 코팅층을 모재에 형성하는 방법에 있어서,

모재를 제공하는 단계;

상기 모재 상에 Al, Mg, Zn 및 Sn으로 이루어진 그룹 중에서 각각 선택되며,
 $x\text{A}-(1-x)\text{B}$ ($0 < x < 1$, x 는 A와 B의 중량비)로 표현되는 서로 상이한 2종 이상의 금속을 최소한 포함하는 금속 조성의 분말을 공급하는 단계;

상기 분말에 고압 가스를 제공하는 단계;

상기 고압 가스에 의해 상기 금속 분말을 초음속 노즐로 분사하여 상기 모재에 코팅하는 단계; 및

상기 코팅된 모재를 열처리하여 다공성 코팅층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 코팅층 형성 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 금속 조성의 분말은 상기 그룹에서 선택된 최소한 둘 이상의 금속이 합금된 합금 분말을 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 코팅층 형성 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 A는 Al이고, 상기 B는 Mg, Zn 및 Sn으로 이루어진 그룹 중에서 선택된

1종의 금속 원소를 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 코팅층 형성 방법.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 가스 제공 단계는

상기 가스를 압축하는 단계;

상기 압축된 가스를 예열하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 코팅층 형성 방법.

【청구항 5】

제1항에 있어서,

상기 열처리 단계는 상기 A와 B의 공용 온도 이상 및 상기 A와 B중 높은 융점을 갖는 금속의 융점이하에서 수행되는 것을 특징으로 하는 다공성 코팅층 형성 방법.

【청구항 6】

제1항에 있어서,

상기 열처리 단계는 약 200 ~ 650 ℃의 온도 범위에서 수행되는 것을 특징으로 하는 다공성 코팅층 형성 방법.

【청구항 7】

제1항에 있어서,

상기 분말 제공 단계는

상기 x 를 변화시킴으로써 분말 조성을 변화시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 코팅층 형성 방법.

【청구항 8】

제1항에 있어서,

상기 가스는 헬륨, 질소, 아르곤 및 공기로 이루어진 그룹에서 선택된 1종을 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 코팅층 형성 방법.

【청구항 9】

금속 모재; 및

상기 금속 모재 상에 $xA-(1-x)B$ (여기서 x 는 A와 B의 중량비)로 표현되는 최소한 2종의 금속 원소를 포함하는 코팅층을 구비하고,

상기 A와 B는 각각 Al, Mg, Zn 및 Sn으로 이루어진 그룹 중에서 선택된 서로 다른 1종의 금속이며, 상기 x 는 $0 < x < 1$ 의 범위내에서 상기 코팅층의 두께 방향으로 변화하며, 상기 x 의 변화에 따라 상기 코팅층내의 기공율이 변화하는 것을 특징으로 하는 금속 코팅 부재.

【청구항 10】

제9항에 있어서,

상기 x 는 상기 코팅층의 두께 방향으로 증가 또는 감소하며, 상기 x 의 증가 또는 감소에 따라 상기 코팅층내의 기공율이 증감하는 것을 특징으로 하는 금속 코팅 부재.

【청구항 11】

제10항에 있어서,

상기 A는 Al이며, 상기 B는 Mg, Zn 및 Sn으로 이루어진 그룹에서 선택된 1종의 금속이며, 상기 금속 모재와 상기 코팅층의 계면으로부터 상기 코팅층의 표면을 향해 나아감에 따라 상기 x는 감소하며 상기 코팅층의 기공율이 증가하는 것을 특징으로 하는 금속 코팅 부재.

【청구항 12】

금속 모재; 및

상기 금속 모재 상에 A-B로 표현되는 최소한 2종 이상의 금속 원소를 포함하는 코팅층을 구비하고,

상기 A와 B는 각각 Al, Mg, Zn 및 Sn으로 이루어진 그룹 중에서 선택된 서로 다른 1종의 금속이며, 상기 그룹내에서 선택되는 A 또는 B는 상기 코팅층의 두께 방향에 따라 변화하며, 상기 A 또는 B의 변화에 따라 상기 코팅층내의 기공율이 변화하는 것을 특징으로 하는 금속 코팅 부재.

【청구항 13】

제9항 또는 제12항에 있어서,

상기 코팅층은 상기 코팅층 내부의 최소한 일부분에 상호 연결된 개기공을 포함하는 것을 특징으로 하는 금속 코팅 부재.

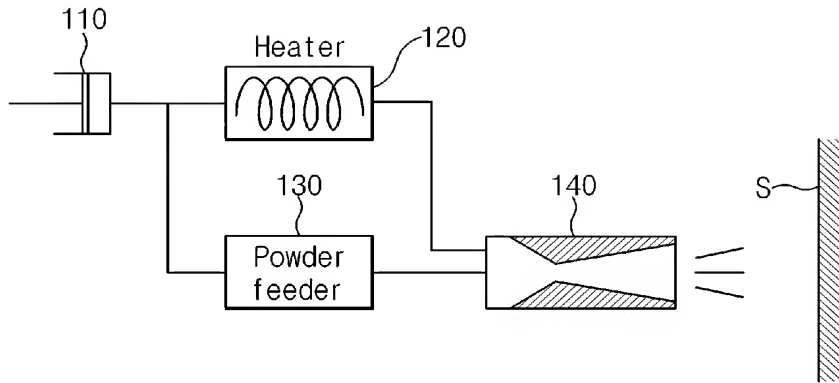
【청구항 14】

제13항에 있어서,

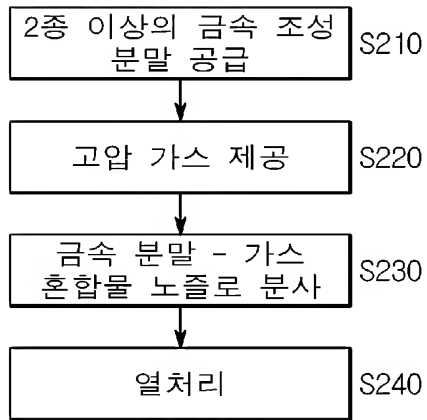
상기 개기공은 상기 코팅층의 상부에 존재하는 것을 특징으로 하는 금속 코팅 부재.

【도면】

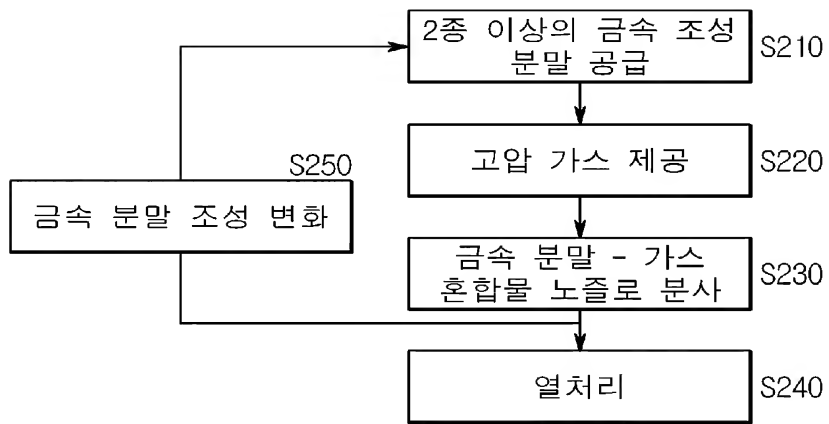
【도 1】



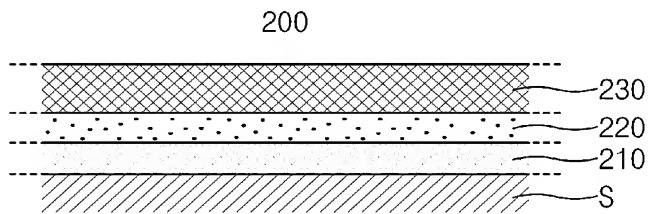
【도 2a】



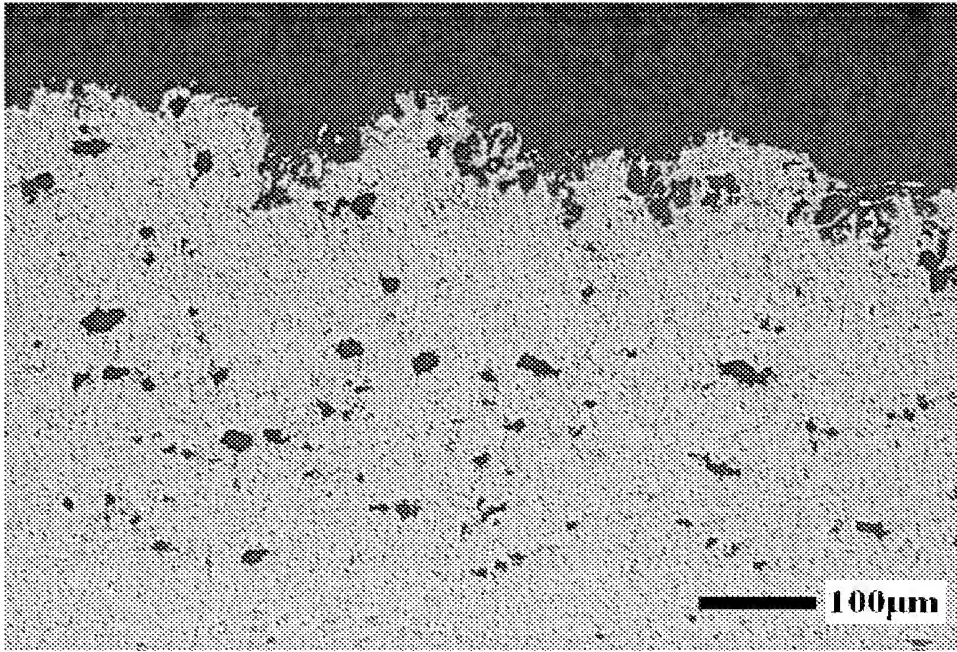
【도 2b】



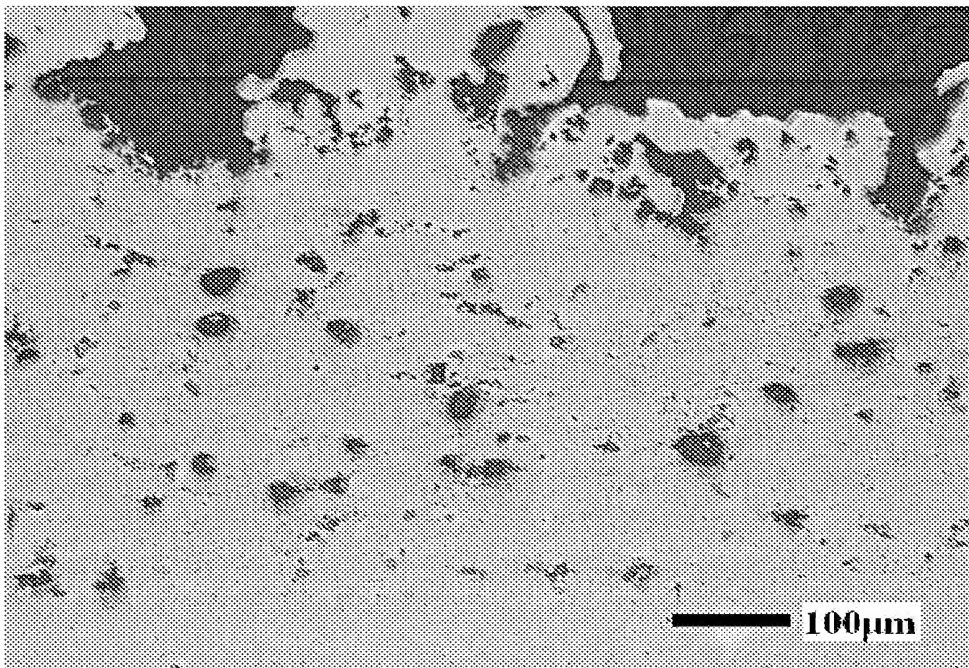
【도 3】



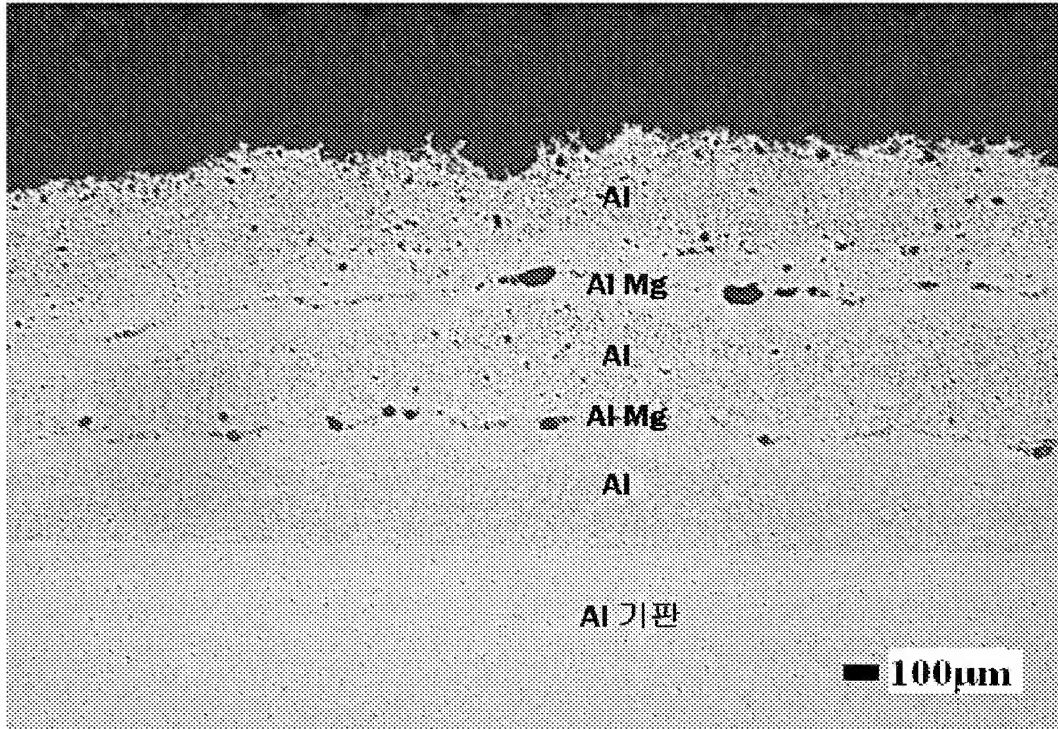
【도 4】



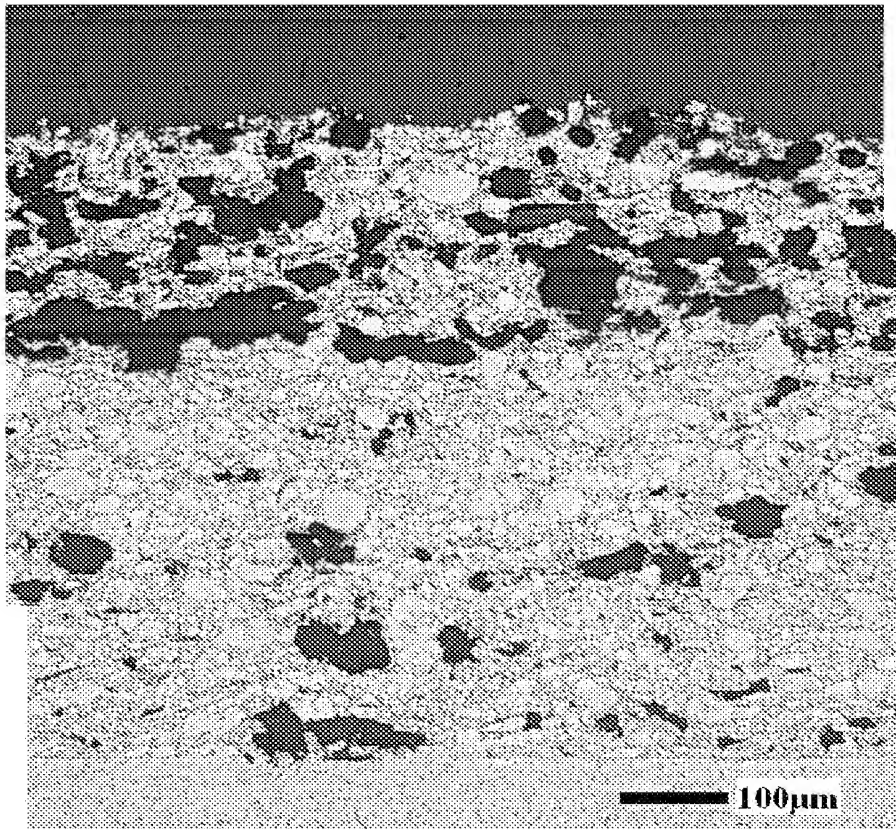
【도 5】



【도 6】



【도 7】

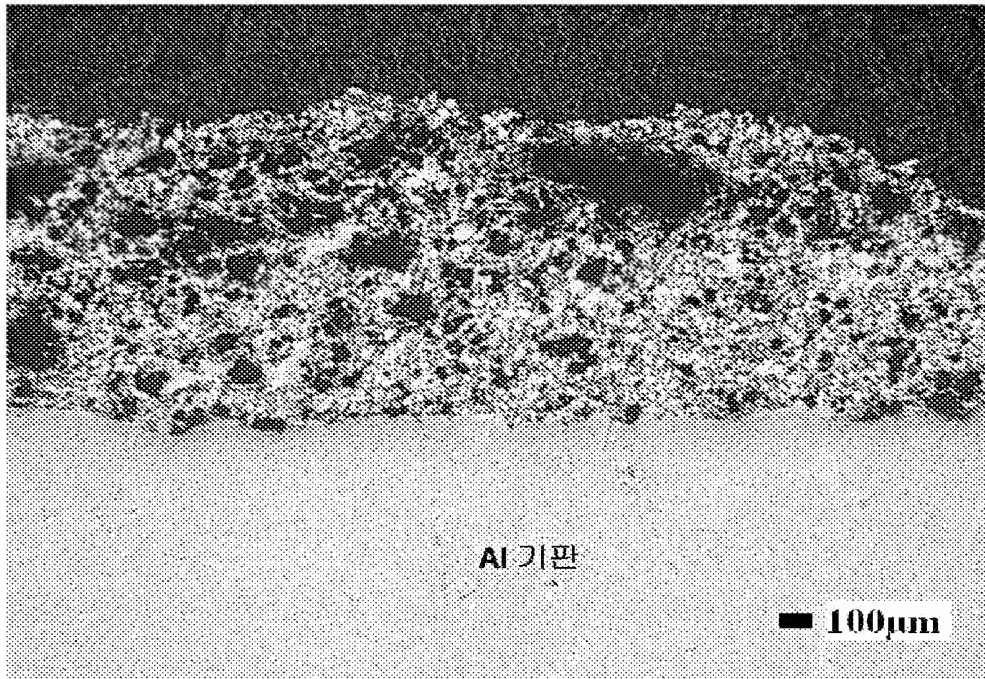


0.5Al -
0.5Mg

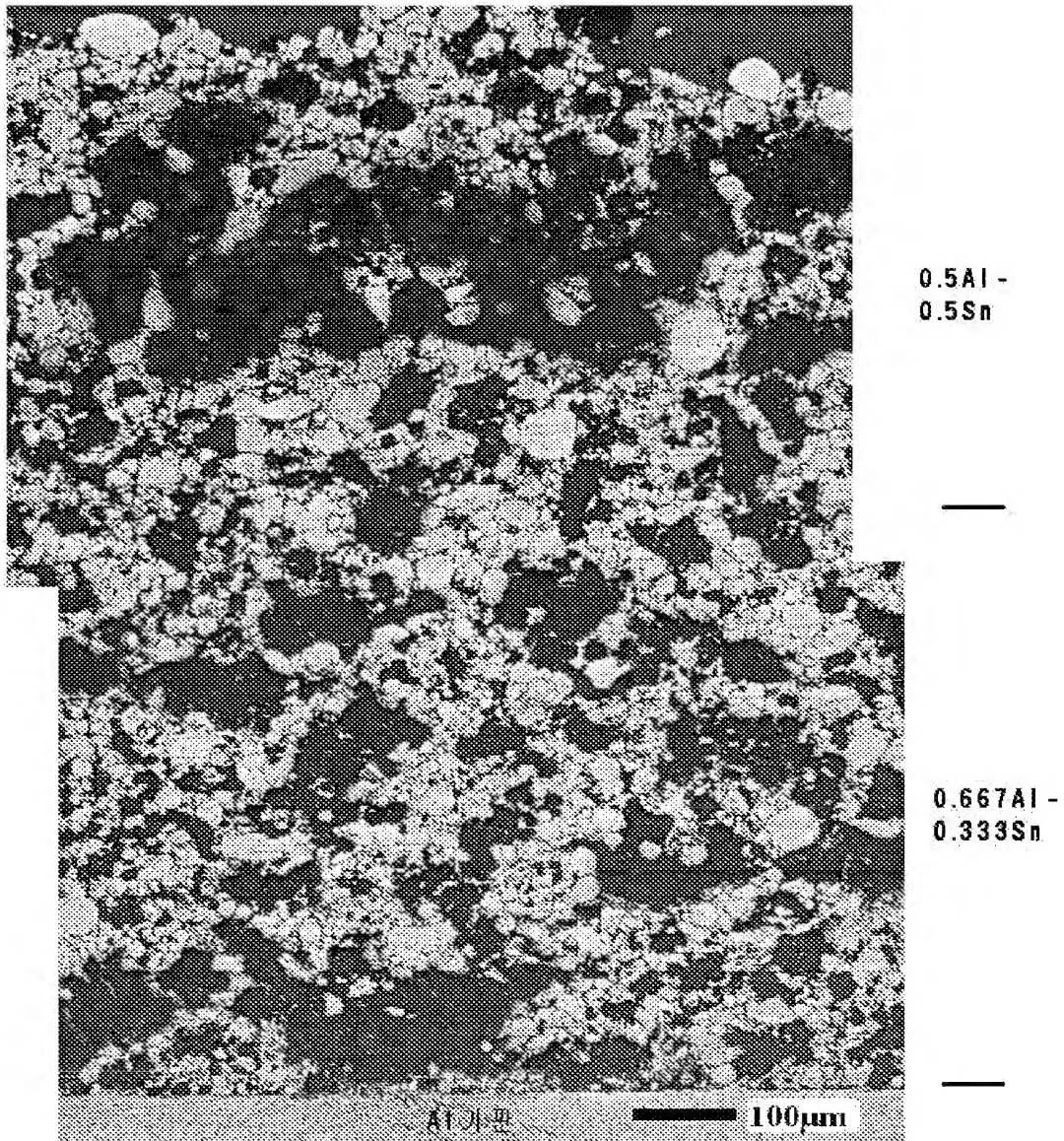
0.667Al -
0.333Mg

Al 기판

【도 8】



【도 9】



【図 10】

